



DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENT SCHRIFT 141 865

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

			Int. Cl. ³
(11)	141 865	(44)	21.05.80
(21)	WP G 01 N / 206 151	(22)	20.06.78
(31)	2500554	(32)	20.06.77
		(33)	SU

(71) siehe (73)

(72) Fainzilberg, Leonid S.; Zhitetsky, Leonid S., SU

(73) Institut Kibernetiki Akademii Nauk Ukrainskoi SSR, Kiev, SU

(74) Internationales Patentbüro Berlin, 1020 Berlin, Wallstraße 23/24

(54) Digitale Einrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen

(57) Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf der Basis von einfachsten Bauelementen und -einheiten der digitalen Rechentechnik eine derartige Einrichtung zu schaffen, die eine Erhöhung der Genauigkeit bei der Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes durch automatische Erkennung von Haltepunkten der Liquidus- und Solidustemperaturen im Laufe der Abkühlung einer Metallprobe sowie durch Berechnung des Kohlenstoffäquivalentes nach der Differenz der Temperatur, bei denen die genannten Temperaturhaltepunkte entstehen, ermöglicht. Die Einrichtung enthält einen Wandler zur Umwandlung laufender Metalltemperatur in einen Impulszahlkode und einen Taktimpulsgenerator, deren Ausgänge an eine Synchronisationseinheit angeschlossen sind. Der Ausgang synchronisierter Taktimpulse der Synchronisationseinheit ist dem Zähl Eingang eines Zeitgebers und die Ausgänge synchronisierter Kodeimpulse der Synchronisationseinheit den Addier- und Subtrahiereingängen eines Reversier- bzw. eines Schwellwertmeldezählers sowie die Überlaufausgänge des letzteren den Rückstelleingängen des Zeitgebers zugeordnet. Die Einrichtung besitzt eine Kodeauswahleinheit, die eingangsseitig an die Stellenausgänge des Reversierzählers angeschlossen ist. Der letztere ist mit einem Zählungssperreingang versehen. - Fig.1 -

Digitale Einrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf Einrichtungen zur physikalisch-chemischen Analyse von Metallen und Legierungen und betrifft insbesondere eine digitale Einrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen.

Die Erfindung kann im Eisenhüttenwesen und im Maschinenbau für automatische Überwachung des Kohlenstoffäquivalentes im Roheisen während seines Schmelzens verwendet werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt ist ein thermografisches Verfahren zur Analyse der Metallzusammensetzung, nach dem der Gehalt des Metalles an Beimengungen nach den Temperaturhaltepunkten der Abkühlungskurve für eine Metallprobe bestimmt wird. Dieses Verfahren ermöglicht insbesondere die Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen nach der anfänglichen Kristallisationstemperatur (Liquidustemperatur).

Bekannt ist auch eine digitale Einrichtung zur automatischen Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes in einer Metallschmelze, ausgehend von der Liquidustemperatur (s. DD-PS 120 713). Diese Einrichtung kann zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen in digitaler Form nach der Liquidustemperatur entsprechend der Beziehung

$$C_E = F(T_1) \quad (1)$$

wo C_E eine Kohlenstoffäquivalent,

T_1 eine Liquidustemperatur,

F einen die genannten Größen verknüpfenden Operator bedeuten, angewendet werden.

Die genannte Einrichtung enthält einen Wandler zur Umwandlung der Metalltemperatur in einen Impulszahlkode, an dessen Eingang ein die Information über die ständige Metalltemperatur tragendes Signal gelangt. Die Ausgänge dieses Wandlers, die für die Ausgabe von Kodeimpulsen dienen, welche sowohl positiven als auch negativen Temperaturänderungen entsprechen, sind an die Eingänge einer Synchronisationseinheit angeschlossen. Die letztere ist für die Zeitverteilung von Kode- und Taktimpulsen bestimmt. Die Einrichtung enthält weiterhin einen Taktimpulsgenerator, dessen Ausgang ebenfalls an die Synchronisationseinheit angeschlossen ist. Der Ausgang synchronisierter Taktimpulse der Synchronisationseinheit ist dem Zählengang eines Zeitgebers zugeordnet und die Ausgänge synchronisierter Kodeimpulse der Synchronisationseinheit sind an die Addier- und Subtrahiereingänge eines Reversier- und eines Schwellwertmeldezählers angeschlossen. Der Schwellwertmeldezähler ist derart ausgeführt, daß beim Eintreffen an seinen beliebigen Eingang einer einem $\pm \xi_0$ -Wert entsprechenden Impulszahl an einem seiner Überlaufausgänge ein Impuls entsteht. Die Größe ξ_0 stellt einen Schwellwert für die Unempfindlichkeit gegen Metalltemperaturschwankungen während der Kristallisation dar. Die Überlaufausgänge des Schwellwertmeldezählers sind an die Rückstelleingänge des Zeitgebers angeschlossen. Der letztere stellt einen Nichtreversierimpulszähler dar, der so auf-

gebaut ist, daß an seinem Überlaufausgang ein Impuls erst dann entsteht, wenn die Zeitspanne zwischen zwei seinen nacheinander folgenden Rückstellungen einen eingestellten Schwellwert τ_0 überschreitet. Der Zeitgeberüberlaufausgang ist dem Steuereingang eines Registers zugeordnet, dessen Informationseingang an die Stellenausgänge des Reversierzählers angeschlossen ist. An den Ausgang des Registers ist ein Funktionalkodewandler angeschlossen, der für die Wandlung des an seinen Informationseingang aus dem Reversierzähler kommenden Parallelkode entsprechend dem Operator F sorgt. Der Ausgang des Funktionalkodewandlers ist an eine Zifferanzeigeeinheit angeschlossen.

Die beschriebene Einrichtung funktioniert wie folgt. Im Laufe der Abkühlung einer Metallprobe gelangen Kodeimpulse vom Temperatur-Impulszahlkode-Wandler über die Synchronisationseinheit an die Eingänge des Schwellwertmeldezählers sowie an die Addier- und Subtrahiereingänge des Reversierzählers. Im letzteren entsteht dabei ein Parallelkode für die ständige Metalltemperatur. Sobald eine Temperaturänderung den Wert $\pm \theta_0$ erreicht, wird jeweils am entsprechenden Ausgang des Schwellwertmeldezählers ein Impuls erzeugt. Diese Impulse gelangen an die Rückstelleingänge des Zeitgebers. An den Zähleingang des Zeitgebers kommen synchronisierte Taktimpulse. Nach jeweiliger Rückstellung fängt der Zeitgeber mit der Zeitzählung an, indem die synchronisierten Taktimpulse gezählt werden. Nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne τ_0 , die vom Zeitpunkt der jeweiligen Rückstellung gezählt wird, erscheint am Überlaufausgang des Zeitgebers ein Impuls. Dies geschieht in dem Fall, wenn während der Zeitspanne τ_0 kein neuer Impuls an die Rückstelleingänge des Zeitgebers eintrifft. Der Impuls vom Über-

laufausgang des Zeitgebers, der am Steuereingang des Registers eintrifft, trägt ins letztere den Inhalt des Reversierzählers ein, der den Kode für die Liquidustemperatur T_1 vom Metall darstellt. Mit Hilfe des Funktionskodewandlers wird der Liquidustemperaturkode in den Kode des Kohlenstoffäquivalentes umgesetzt. Die Zifferanzeigeeinheit macht das erhaltene Ergebnis in digitaler Form sichtbar.

Die beschriebene Einrichtung gewährleistet somit die automatische Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen entsprechend der Beziehung (1).

Genauere Ergebnisse bei der Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes können dann erhalten werden, wenn die genannte Größe nach der Differenz zwischen der Liquidus- T_1 und der Solidustemperatur T_s ermittelt wird. Die bekannte Einrichtung gewährleistet aber nicht die automatische Bestimmung der Temperatur T_s während der Abkühlung einer flüssigen Roheisenprobe und folglich die erforderliche Genauigkeit bei der Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, den beschriebenen Mangel zu beseitigen, also die Genauigkeit der Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf der Basis von einfachsten Bauelementen und -einheiten der digitalen Rechentechnik derartige Einrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen zu schaffen, die

eine Erhöhung der Genauigkeit bei der Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes durch automatische Erkennung der Liquidus- und Solidustemperaturhaltepunkte im Laufe der Abkühlung einer Metallprobe sowie durch Berechnung des Kohlenstoffäquivalentes nach der Differenz der Temperaturen, bei denen die genannten Temperaturhaltepunkte entstehen, ermöglicht.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die digitale Einrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen, bestehend aus einem Temperatur-Impulszählkode-Wandler, dessen Kodeimpulsausgänge an den ersten und den zweiten Eingang einer Synchronisationseinheit angeschlossen sind, deren dritter Ausgang dem Ausgang eines Taktimpulsgenerators zugeordnet ist, wobei der Ausgang synchronisierter Taktimpulse der Synchronisationseinheit an den Zähleingang eines Zeitgebers angeschlossen ist, der die Zeitspannen selektiert, in denen die vorgegebenen Metalltemperaturanstiege erfolgen, während die Ausgänge synchronisierter Kodeimpulse der Synchronisationseinheit jeweils an die Addier- und Subtrahiereingänge eines Reversier- bzw. Schwellwertmeldezählers und die Überlaufeingänge des letzteren an die Rückstelleingänge des Zeitgebers angeschlossen sind, enthält gemäß der Erfindung eine Kodeauswahleinheit, deren Eingänge an die Stellenausgänge des mit einem Zählungssperr-eingang ausgeführten Reversierzählers angeschlossen sind, einen Trigger, einen Negator und zwei Tore, deren Eingänge dem Überlaufausgang des Zeitgebers und Ausgänge dem Setz- bzw. Rücksetzeingang des Triggers zugeordnet sind, wobei der Ausgang des Triggers an den Zählungssperr-eingang des Reversierzählers und der Ausgang der Kodeauswahleinheit an den Steuereingang des ersten und über einen Negator an den des zweiten Tores angeschlossen sind.

Die beschriebene Einrichtung ermöglicht es, automatisch im Laufe der Abkühlung einer Roheisenprobe die Liquidus- und Solidustemperaturhaltepunkte zu erkennen und nach der Differenz der Temperaturen, bei denen die genannten Haltepunkte entstehen, das Kohlenstoffäquivalent im flüssigen Roheisen zu bestimmen. Dabei wird die Genauigkeit bei der Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes erhöht.

Ausführungsbeispiel

Im weiteren wird das Wesen der Erfindung an Hand ihrer ausführlichen Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen erklärt. Hierbei zeigen:

Fig. 1: ein Strukturschaltbild der erfindungsgemäßen digitalen Einrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen;

Fig. 2: eine logische Schaltung für eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen digitalen Einrichtung zur Ermittlung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen;

Fig. 3: Zeitdiagramme, welche die Funktion des erfindungsgemäßen Temperatur-Impulszählkode-Wandlers bei einer positiven Temperaturänderung veranschaulichen;

Fig. 4: dito bei einer positiven Temperaturänderung;

Fig. 5: Zeitdiagramme, welche die Funktion der erfindungsgemäßen Synchronisationseinheit veranschaulichen;

Fig. 6 a, b, c, d : jeweils eine Abkühlungskurve für das flüssige Roheisen und Zeitdiagramme, die die Funktion der Kodeauswahleinheit, des Negators und des Triggers gemäß der Erfindung veranschaulichen.

Die Einrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, enthält einen Temperatur-Impulszählkode-Wandler 1, einen Taktimpulsgenerator 2, eine Synchronisationseinheit 3, einen Reversierzähler 4, einen Schwellwertmeldezähler 5, eine Kodeauswahleinheit 6, einen Zeitgeber 7, Tore 8, 9, einen Trigger 10 und einen Negator 11. Der Eingang 12 des Wandlers 1 sorgt für den Empfang eines die Information über die laufende Temperatur des flüssigen Roheisens tragenden Signals. Die Ausgänge 13 und 14 des Wandlers 1, die zur Ausgabe der einer positiven bzw. einer negativen Temperaturänderung entsprechenden Kodeimpulse dienen, sind mit den Eingängen der Synchronisationseinheit 3 verbunden. An den weiteren Eingang der Synchronisationseinheit 3 ist der Ausgang 15 des Taktimpulsgenerators 2 angeschlossen. Der Ausgang 16 synchronisierter Taktimpulse der Synchronisationseinheit 3 ist an den Zähleingang des Zeitgebers 7 und die zur Ausgabe synchronisierter Kodeimpulse dienenden Ausgänge 17, 18 der Synchronisationseinheit 3 an die Addier- bzw. Subtrahiereingänge des Reversier- 4 und des Schwellwertmeldezählers 5 angeschlossen. Der Ausgang 17 ist dabei nur an die Subtrahier- und der Ausgang 18 nur an die Addiereingänge der genannten Zähler angeschlossen. Die Stellenausgänge 19 des Reversierzählers 4 sind mit den Eingängen der Kodeauswahleinheit 6 verbunden. Der Ausgang 20 der Kodeauswahleinheit 6 ist dem Steuereingang des Tores 8 und dem Eingang des Negators 11 zugeordnet. Die Überlaufausgänge 21, 22 des Schwellwertmeldezählers 5 sind an die Rückstelleingänge des Zeitgebers 7 angeschlossen. Der Ausgang 23 des Negators 11 ist dem Steuereingang des Tores 9 zugeordnet. Die Eingänge der Tore 8, 9 sind mit dem Überlaufausgang 22 des Zeitgebers 7 verbunden. Die Ausgänge 25 und 26 der Tore 8 und 9 sind dem Setz- bzw. Rücksetzeingang des Triggers 10 zugeordnet. Der direkte Aus-

gang 27 des Triggers 10 ist mit dem Zählungssperreingang des Reversierzählers 4 verbunden. Mit dem Informationsausgang 28 kann der Reversierzähler 4 an eine Zifferanzeigeeinheit, eine Zifferdruckeinrichtung oder eine Informationsdarstellungs- und/oder -aufzeichnungseinrichtung (nicht gezeigt) angeschlossen werden.

In Fig. 2 ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung dargestellt. Der Eingang 12 des Wandlers 1 ist mechanisch mit einem Schieber 29 des Schleifdrahtes eines automatischen Widerstandsgebers 30 gekoppelt, an den ununterbrochen ein Signal vom Temperaturregeber (nicht gezeigt) kommt.

Der Wandler 1 enthält eine Zählskala 31, auf der nacheinander transparente 32 und opake 33 Marken gleicher Breite angeordnet sind. Die Anzahl der Marken bestimmt das Auflösungsvermögen des Wandlers 1. Dieser weist auch zwei Fotodioden 34, 35 und eine Lichtquelle 36 auf, die am Halter 37 befestigt sind. Die Fotodioden 34 und 35 sind gegeneinander um die halbe Breite der Marken 32, 33 verschoben.

Der Halter 37 des Wandlers 1 ist mechanisch mit dem Schieber 29 des Schleifdrahtes des automatischen Widerstandsgebers 30 gekoppelt.

Der Wandler 1 besitzt außerdem zwei Schmitt-Trigger 38, 39, zwei Impulsformer 40, 41 auf der positiven Flanke der vom Ausgang des Schmitt-Triggers 39 ankommenden Signale sowie zwei Tore 42, 43 zur Auswahl der Kodeimpulse, die einer positiven bzw. einer negativen Temperaturänderung der Abkühlungskurve entsprechen.

Eingangsseitig ist der Schmitt-Trigger 38 mit dem Ausgang der Fotodiode 34 und der Schmitt-Trigger 39 mit dem der

Fotodiode 35 ebenfalls eingangsseitig verbunden. Der inverse Ausgang des Schmitt-Triggers 38 ist an die Steuereingänge der Tore 42 und 43 angeschlossen.

Der direkte Ausgang des Schmitt-Triggers 39 ist dem Eingang des Impulsformers 40 und der inverse Ausgang des Schmitt-Triggers 39 dem des Impulsformers 41 zugeordnet.

Ausgangsseitig ist der Impulsformer 40 an den Impulseingang des Tores 42 und der Impulsformer 41 an den Impulseingang des Tores 43 angeschlossen.

An den Ausgängen der Tore 43, 42 entstehen Kodeimpulse des Wandlers 1, die einer positiven bzw. einer negativen Temperaturänderung der Abkühlungskurve entsprechen.

Möglich sind auch andere Ausführungsvarianten des Wandlers 1.

In Fig. 3 ist die vorliegende Ausführungsvariante der Synchronisationseinheit 3 dargestellt. Die Synchronisationseinheit 3 weist eine Taktimpuls-Verteilungseinheit 44 sowie Kodeimpuls-Synchronisationsbaugruppen 45, 46 auf. Die Taktimpuls-Verteilungseinheit 44 enthält einen Trigger 47 zur Taktimpulsverteilung, ein Tor 48 zur Formierung synchronisierter Taktimpulse und ein Tor 49 zur Formierung synchronisierender Taktimpulse. Die Steuereingänge der Tore 48 und 49 sind an die Ausgänge des Triggers 47 angeschlossen. Die Impulseingänge der Tore 48 und 49 sind miteinander sowie mit dem Zähleringang des Triggers 47 verknüpft und dienen als Eingang der Synchronisationseinheit 3, an den Impulse vom Taktimpulsgenerator 2 kommen. Der Ausgang des Tores 48 dient als Ausgang 16 synchronisierter Taktimpulse der Synchronisationseinheit 3. Die Kodeimpulse-Synchronisationsbaugruppen

45 und 46 besitzen Trigger 50 und 51 zur Speicherung von Kodeimpulsen, Puffertrigger 52 und 53, UND-Schaltungen 54, 55, Tore 56 und 57 zur Formierung synchronisierter Kodeimpulse. Der Setzeingang des Triggers 50 dient als Eingang der Synchronisationseinheit 3, an den die einer positiven Temperaturänderung der Abkühlungskurve entsprechenden Kodeimpulse gelangen. Der Setzeingang des Triggers 51 dient als Eingang der Synchronisationseinheit 3, an den die einer negativen Temperaturänderung der Abkühlungskurve entsprechenden Kodeimpulse kommen. Die Eingänge der UND-Schaltung 54 sind an den direkten Ausgang des Triggers 50 und an den inversen Ausgang des Triggers 52 angeschlossen.

Die Eingänge der UND-Schaltung 55 sind an den direkten Ausgang des Triggers 51 und den inversen Ausgang des Triggers 53 angeschlossen. Der dritte Eingang jeder UND-Schaltung 54 und 55 ist mit dem Ausgang des Tores 49 zur Formierung synchronisierender Taktimpulse der Verteilungseinheit 44 verbunden. Der Ausgang des Tores 49 ist auch mit einem Eingang des Tores 56 der Synchronisationsbaugruppe 45 und mit einem Eingang des Tores 57 der Synchronisationsbaugruppe 46 verbunden. Die anderen Eingänge jeder der Tore 56 und 57 sind jeweils mit den direkten Ausgängen der Trigger 52 und 53 verbunden. Der Ausgang der UND-Schaltung 54 ist dem Setzeingang des Triggers 52 und der der UND-Schaltung 55 dem des Triggers 53 zugeordnet. Der Ausgang des Tores 56 ist an die Rücksetzeingänge der Trigger 50 und 52 angeschlossen und dient als Ausgang 17 (Fig. 1) der Synchronisationseinheit 3, an den die einer positiven Temperaturänderung auf der Abkühlungskurve entsprechenden Kodeimpulse kommen.

Der Ausgang des Tores 57 ist den Rücksetzeingängen der Trigger 51 und 53 zugeordnet und dient als Ausgang 18 der Synchroni-

sationseinheit 3, an den die einer negativen Temperaturänderung der Abkühlungskurve entsprechenden Kodeimpulse gelangen.

Der Schwellwertmeldezähler 5 ist derart ausgeführt, daß an seinen Überlaufausgängen jeweils dann Impulse entstehen, wenn die Anzahl der an seinen Eingang kommenden Kodeimpulse einen vorgegebenen Wert ϑ_0 überschreitet.

Der Zeitgeber 7 ist so aufgebaut, daß an seinem Überlaufausgang jeweils dann ein Impuls entsteht, wenn die Zeitspanne zwischen zwei nacheinander eintreffenden Impulsenzügen an seine Rückstelleingänge einen vorgegebenen Schwellwert τ_0 überschreitet.

Die Kodeauswahleinheit kann so ausgelegt werden, daß an ihrem Ausgang 20 ein Freigabepotential entsteht, sobald der Inhalt des Reversierzählers 4 sich von einer Zahl C_0 um eine den Wert ϑ_0 nicht überschreitende Größe unterscheidet. Anderenfalls entsteht am Ausgang 20 der Kodeauswahleinheit 6 ein Sperrpotential.

Die digitale Einrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen funktioniert wie folgt.

Vor dem Beginn der jeweiligen Messung wird mit einer Rückstelltaste (nicht gezeigt) in dem Reversierzähler 4 ein der Größe C_0 entsprechender Kode eingestellt und der Trigger 10 in Nullstellung gebracht. Das Sperrpotential vom direkten Ausgang 27 des Triggers 10 sperrt dabei den Reversierzähler 4 und am Ausgang 20 der Kodeauswahleinheit 6 entsteht ein Freigabepotential.

Im Laufe der Abkühlung einer flüssigen Roheisenprobe wird ihre Temperatur mittels bekannter Temperaturmeßgeber gemessen.

Dabei wird auch die Abkühlungskurve mit dem Widerstandsgeber 30 registriert. Mit Hilfe des Wandlers 1 wird das die Information über die Metalltemperatur tragende Signal in den Impulszählkode umgewandelt.

Die Wirkungsweise des in Fig. 2 dargestellten Wandlers 1 ist in den in Fig. 3 und 4 angegebenen Zeitdiagrammen veranschaulicht.

Die Bewegung des Schiebers 29 des Schleifdrahtes des automatischen Widerstandsgebers 30 erfolgt parallel zu der des Halters 37 des Wandlers 1. Der auf die Fotodioden 34 und 35 einfallende Lichtstrom der Lichtquelle 36 wird dabei durch die Marken 32 und 33 der Zählskala 31 moduliert.

Die Signale von den Dioden 34 und 35 gelangen entsprechend an die Eingänge der Schmitt-Trigger 38 bzw. 39.

Bei Bewegung des Schiebers 29 des Schleifdrahtes von links nach rechts eilt das Signal (Fig. 4a) der Fotodiode 34 (Fig. 2) um eine Viertelperiode dem Signal (Fig. 3b) der Fotodiode 35 (Fig. 2) nach. Das Signal (Fig. 3c) am direkten Ausgang und das Signal (Fig. 3d) am inversen Ausgang des Schmitt-Triggers 38 (Fig. 2) eilt in diesem Fall um eine Viertelperiode jeweils dem Signal (Fig. 3e) am direkten und dem Signal (Fig. 3f) am inversen Ausgang des Schmitt-Triggers 39 (Fig. 2) nach.

Der Impulsformer 40 erzeugt Impulse (Fig. 3g) auf der positiven Flanke des vom direkten Ausgang des Schmitt-Triggers 39 (Fig. 2) kommenden Signals (Fig. 3e). Der Impulsformer 41 erzeugt Impulse (Fig. 3h) auf der positiven Flanke des vom inversen Ausgang des Schmitt-Triggers 38 (Fig. 2)

kommenden Signals (Fig. 3f).

Die Impulse (Fig. 3g) gelangen vom Ausgang des Impulsformers 40 (Fig. 2) an den Impulseingang des Tores 42. Die Impulse (Fig. 3h) gelangen vom Ausgang des Impulsformers 41 (Fig. 2) an den Impulseingang des Tores 43. Die Signale (Fig. 3d) gelangen vom inversen Ausgang des Schmitt-Triggers 38 (Fig. 2) an die Steuereingänge der Torschaltungen 42 und 43. Hierbei ist, wie aus dem Zeitdiagramm (Fig. 3) ersichtlich, die Torschaltung 42 (Fig. 2) zum Zeitpunkt des Eintreffens von Signalen an deren Impulseingang gesperrt, da an ihren Steuereingang ein Sperrsignal vom inversen Ausgang des Schmitt-Triggers 38 kommt. Die Torschaltung 42, 43 ist zu den Zeitpunkten des Eintreffens von Signalen an ihren Impulseingang offen, da an ihren Steuereingang ein Freigabepotential vom inversen Ausgang des Schmitt-Triggers 38 gelangt.

Infolgedessen werden bei Bewegung des Schiebers 29 des Schleifdrahtes (Fig. 2) von links nach rechts am Ausgang des Tores 42 (Fig. 2) keine Signale (Fig. 3c) erzeugt. Die Signale (Fig. 3j) am Ausgang des Tores 43 (Fig. 2) stellen bei einer positiven Temperaturänderung der Abkühlungskurve entsprechende Kodeimpulse des Wandlers 1 dar.

Bei der Bewegung des Schiebers 29 des Schleifdrahtes (Fig. 2) von rechts nach links eilt das Signal (Fig. 4a) der Fotodiode 34 (Fig. 2) um eine Viertelperiode gegenüber dem Signal (Fig. 4b) der Fotodiode 35 (Fig. 2) vor. Infolgedessen gelangen zu den Zeitpunkten des Eintreffens der Impulse (Fig. 4g) vom Impulsformer 40 (Fig. 2) an den Impulseingang des Tores 42 die Freigabesignale (Fig. 4d) vom inversen Ausgang des Schmitt-Triggers 38 (Fig. 2) an den Steuereingang des Tores 42. Zu den Zeitpunkten des Eintreffens der

Impulse (Fig. 4h) des Impulsformers 41 (Fig. 2) an den Impulseingang des Tores 43 kommen an den Steuereingang des Tores 43 die Sperrsignale (Fig. 4d) vom inversen Ausgang des Schmitt-Triggers 38 (Fig. 2) an.

Bei Bewegung des Schiebers 29 des Schleifdrahtes (Fig. 2) von rechts nach links werden folglich die Signale (Fig. 4j) am Ausgang des Tores 43 (Fig. 2) nicht erzeugt. Die Signale (Fig. 4i) am Ausgang des Tores 42 (Fig. 2) stellen einer negativen Temperaturänderung der Abkühlungskurve entsprechende Kodeimpulse des Wandlers 1 dar.

In Abhängigkeit vom Vorzeichen des Roheisentemperaturänderung gelangen die Kodeimpulse vom Ausgang 13 bzw. 14 des Wandlers 1 an die Eingänge der Synchronisationseinheit 3. Außerdem kommen in die Synchronisationseinheit 3 Taktimpulse vom Taktimpulsgenerator 2 an.

Die Wirkungsweise der in Fig. 3 dargestellten Synchronisationseinheit 3 ist mit den in Fig. 6 gezeigten Zeitdiagramm veranschaulicht.

Beim Eintreffen der Taktimpulse (Fig. 5a) vom Taktimpuls-generator 2 an den Zähl Eingang des Triggers 47 der Taktimpuls-Verteilungseinheit 44 ändert dieser Trigger fortlaufend seinen Zustand. Die Signale vom direkten (Fig. 5c) und inversen (Fig. 5b) Ausgang des Triggers 47 gelangen jeweils an die Steuereingänge des Tores 48 bzw. 49. An die Impulseingänge dieser Tore kommen die Taktimpulse (Fig. 5a) vom Taktimpulsgenerator 2 an. Infolgedessen werden an den Ausgängen der genannten Tore zwei zeitlich gegeneinander verschobene Impulsfolgen erzeugt. Am Ausgang des Tores 48

werden dabei die synchronisierten (Fig. 5d) und am Ausgang der Torschaltung 49 (Fig. 3) die synchronisierenden Taktimpulse (Fig. 5e) erzeugt.

Die Folgefrequenz f_1 der synchronisierten Taktimpulse ist gleich der Folgefrequenz f_2 der synchronisierenden Taktimpulse und beträgt

$$f_1 = f_2 = \frac{1}{2} f_0, \quad (2)$$

wobei f_0 die Folgefrequenz der vom Ausgang 15 des Taktimpulsgenerators 2 ankommenden Impulse ist.

Die synchronisierten Taktimpulse gelangen an den Ausgang 16 der Synchronisationseinheit 3.

Die synchronisierenden Taktimpulse treffen an die Eingänge der UND-Schaltung 54 und die des Tores 56 der Synchronisationsbaugruppe 45 sowie an die Eingänge der UND-Schaltung 55 und des Tores 57 der Synchronisationsbaugruppe 46 ein. Im Ausgangszustand werden alle Trigger 50, 51, 52 und 53 mit der Rückstelltaste (in Zeichnung nicht gezeigt) auf Null gestellt. Beim Eintreffen vom Ausgang des Wandlers (Fig. 1) des einem positiven Temperaturanstieg der Abkühlungskurve entsprechenden Kodeimpulses (Fig. 5g) wird der Trigger 50 in den Einszustand versetzt (Fig. 5h). Nach der Änderung des Zustandes des Triggers 50 zum Zeitpunkt des Eintreffens des nächstfolgenden synchronisierenden Taktimpulses entsteht am Ausgang der UND-Schaltung 54 ein Impuls (Fig. 5i). Dieser Impuls versetzt den Puffertrigger 52 in den Einszustand (Fig. 5k), so daß das Tor geöffnet wird.

Zum Zeitpunkt des Eintreffens des nächsten synchronisierenden Taktimpulses (Fig. 5e, j) wird am Ausgang des Tores 56 ein einer positiven Temperaturänderung entsprechender synchronisierter Kodeimpuls (Fig. 5k) erzeugt. Dieser Impuls gelangt an den Ausgang 17 der Synchronisationseinheit 3 sowie an die Eingänge der Trigger 50 und 52. Das vom inversen Ausgang des Triggers 52 an einen der Eingänge der UND-Schaltung 54 gelangende Signal (Fig. 5j) verhindert dabei das Eintreffen eines Impulses an den Setzeingang des Triggers 52 zum Zeitpunkt des Eintreffens eines Impulses an den Rücksetzeingang des Triggers 52. Der erzeugte synchronisierte Kodeimpuls versetzt die Trigger 50 und 52 in den Nullzustand und bereitet die Synchronisationsbaugruppe 45 zum Empfang eines nächstfolgenden Kodeimpulses vor.

Während der Arbeit der Synchronisationsbaugruppe 45 ist eine teilweise zeitliche Übereinstimmung eines Kode- und eines synchronisierenden Taktimpulses möglich. Dies kann zum Entstehen eines "nicht vollwertigen" Impulses 58 (Fig. 5l) am Ausgang der UND-Schaltung 54, z. B. zum Entstehen eines Impulses mit unzureichender Dauer bzw. Amplitude führen. Beim Entstehen eines solchen "nicht vollwertigen" Impulses kann der Puffertrigger 52 solange im Nullzustand verbleiben, bis am Eingang der UND-Schaltung 54 ein nächstfolgender synchronisierender Taktimpuls ankommt. Da zum Zeitpunkt des Eintreffens dieses synchronisierenden Taktimpulses der Zustand des Triggers sich nicht mehr ändern kann, entsteht am Ausgang der UND-Schaltung 54 zum genannten Zeitpunkt ein zweiter ("vollwertiger") Impuls 59 (Fig. 5i). Dieser Impuls versetzt den Trigger 52 (Fig. 3) in den Einszustand. Zum Zeitpunkt des Eintreffens des nächstfolgenden synchronisierenden Taktimpulses (Fig. 5e) wird am Ausgang des Tores 56 der synchronisierte Kodeimpuls (Fig. 5k) erzeugt, der an

den Ausgang 17 der Synchronisationseinheit 3 gelangt und gleichzeitig die Trigger 50 und 52 in den Nullzustand versetzt.

In ähnlicher Weise werden am Ausgang des Tores 57 der Synchronisationsbaugruppe 46 einer negativen Temperaturänderung entsprechende synchronisierte Kodeimpulse erzeugt. Diese Impulse gelangen an den Ausgang 18 der Synchronisationseinheit 3.

Zeitliche Überdeckung von an den Ausgängen des Tores 56 und 57 erzeugten Impulsen mit den vom Ausgang des Tores 49 der Taktimpuls-Verteilungseinheit 44 ankommenden Impulsen gewährleistet somit eine zeitliche Trennung der synchronisierten Taktimpulse und der synchronisierten Kodeimpulse.

Zur Gewährleistung einer sicheren Arbeit der Synchronisationseinheit 3 ist es erforderlich, daß die Folgefrequenz f_2 der synchronisierenden Taktimpulse zwei- bzw. dreifach so hoch ist wie die maximale Folgefrequenz $f_{3\max}$ der vom Ausgang des Wandlers 1 ankommenden Kodeimpulse, d. h.

$$f_2 \gg 3 f_{3\max}, \quad (3)$$

Die Impulsfrequenz muß folglich am Ausgang des Taktimpulsgegenerators 2

$$f_0 = 2f_2 \gg 6f_{3\max} \quad (4)$$

sein.

Die synchronisierten Kodeimpulse gelangen von den Ausgängen

der Tore 56 und 57 der Synchronisationseinheit 3 jeweils an die Subtrahier- und Addiereingänge des Reversierzählers 4 und des Schwellwertmeldezählers 5.

Da der Reversierzähler 4 vom Trigger 10 gesperrt ist, bleibt der Inhalt des Reversierzählers gleich dem Wert C_0 trotz des Eintreffens von Kodeimpulsen an seinen Eingängen. Auf der Strecke O-A und A-B der Abkühlungskurve (s. Fig. 6a) entstehen an den Überlaufausgängen des Schwellwertmeldezählers 5 (Fig. 1) die den Zeitgeber 7 rückstellenden Impulse jeweils dann, wenn die Temperaturänderung gleich $\pm \vartheta_0$ wird. Da die Zeitpunkte der Rückstellung des Zeitgebers 7 nach Verlauf der Zeitspanne, die kleiner als T_0 sind, entstehen, sind auf den Strecken O-A und A-B (Fig. 6a) keine Impulse am Überlaufausgang des Zeitgebers 7 (Fig. 1) feststellbar.

Im Punkt B (Fig. 6a) wird die Metalltemperatur T_1 gleich der Liquidustemperatur und das Metall beginnt zu kristallisieren. Die Strecke B-C entspricht dem Haltepunkt der Liquidustemperatur. Da auf dieser Strecke die Metalltemperaturänderung den Wert $\pm \vartheta_0$ nicht überschreitet, werden an den Überlaufausgängen des Schwellwertmeldezählers 5 (Fig. 1) keine Impulse erzeugt und der Zeitgeber 7 wird nicht rückgestellt. Infolgedessen entsteht am Überlaufausgang des Zeitgebers 7 nach Verlauf der Zeitspanne T_0 gerechnet, vom Zeitpunkt seiner letzten Rückstellung, ein Impuls, der an die Eingänge der Tore 8 und 9 gelangt. Weil das Tor 8 durch Freigabepotential (Fig. 6b) vom Ausgang der Kodeauswahleinheit 6 (Fig. 1) geöffnet und das Tor 9 durch Sperrpotential (Fig. 6c) vom Ausgang des Negator 11 (Fig. 1) gesperrt ist, versetzt der Überlaufimpuls des Zeitgebers 7 beim Durchlauf durch das Tor 8 den Trigger 10 in den Einszustand (Fig. 6d). Die Sperre des Reversierzählers 4 (Fig. 1) wird dabei abgebaut und

letzterer beginnt mit der Zählung der Kodeimpulse. Auf der Strecke B-C (Fig. 6a) kann der Inhalt des Reversierzählers 4 (Fig. 1) um eine den Wert $\pm \ell_0$ bezüglich C_0 nicht überschreitende Größe verändert werden, deshalb wird das Freigabepotential am Ausgang 20 der Kodeauswahleinheit 6 erhalten bleiben. Demzufolge, wenn auf der Strecke B-C (Fig. 6a) wiederum ein Impuls am Überlaufausgang des Zeitgebers 7 (Fig. 1) erzeugt wird, d. h. der Haltepunkt der Liquidustemperatur sehr lange andauert, verbleibt der Trigger 10 nach wie vor im Einszustand, was eine wiederholte Sperre des Reversierzählers 4 bei der Temperatur T_1 ausschließt.

Auf der Strecke C-D (Fig. 6a) ändert sich die Metalltemperatur von der Liquidus- T_1 bis zur Solidustemperatur T_s . Auf dieser Strecke wird vom Schwellwertmeldezähler 5 (Fig. 1) erneut der Zeitgeber 7 rückgestellt, und der letztere wird nicht überlaufen. Die Kodeimpulse werden den Inhalt des Reversierzählers 4 ändern. Sobald im Reversierzähler 4 eine sich von C_0 um eine den Wert ℓ_0 überschreitende Größe unterscheidende Zahl entsteht, erscheint am Ausgang 20 der Kodeauswahleinheit 6 ein Sperrpotential (Fig. 6b). Das Tor 8 (Fig. 1) wird dabei gesperrt und das vom Negator 11 invertierte Signal (Fig. 6c) bereitet das Tor 9 (Fig. 1) zum Durchlauf eines Impulses vor.

Im Punkt D (Fig. 6a) wird die Metalltemperatur gleich der Solidustemperatur T_s und auf der Abkühlungskurve entsteht ein weiterer Temperaturhaltepunkt D-E, Da die Änderung der Metalltemperatur bei diesem Haltepunkt den Wert ℓ_0 nicht überschreitet, wird der Schwellwertmeldezähler 5 (Fig. 1) den Zeitgeber 7 nicht rückstellen und nach Verlauf der Zeitspanne T_0 entsteht am Ausgang des Zeitgebers 7 ein Impuls. Dieser Impuls versetzt beim Passieren des geöffneten

Tore 9 den Trigger 10 in den Nullzustand (Fig. 6d). Infolgedessen sperrt das Signal vom inversen Ausgang des Triggers 10 (Fig. 1) wiederum den Reversierzähler 4. Der Reversierzähler 4 zählt damit Kodeimpulse nur auf der Strecke C-D (Fig. 6a) und sein Inhalt wird folglich zum Zeitpunkt der Sperre den Wert

$$C_E = C_0 + k (T_1 - T_g) \quad (5)$$

mit k als Proportionalitätsfaktor aufweisen.

Der Informationsausgang des Reversierzählers 4 (Fig. 1) kann direkt an einen Steuerrechner angeschlossen werden, in den dabei die Information über das Kohlenstoffäquivalent im flüssigen Roheisen eingegeben wird. Diese Information kann in eine Ziffernanzeigeeinheit für Bedienungspersonal übergeben werden.

Die vorliegende digitale Einrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen gewährleistet eine Erhöhung der Genauigkeit bei der Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im Vergleich zu der bekannten Einrichtung.

Dank der Anwendung der einfachsten Funktionseinheiten der digitalen Rechentechnik in der Einrichtung wird deren hohe Betriebssicherheit bei ihrem niedrigen Preis und kleinen Abmessungen erreicht. Die Einrichtung kann lange Zeit wartungsfrei arbeiten.

Die zum Patent angemeldete Einrichtung kann zusammen mit einer beliebigen bekannten Meßeinrichtung die Funktion eines digitalen Gebers für die Ermittlung des Kohlenstoffäquiva-

lentes im flüssigen Roheisen in einem geschlossenen Steuerungssystem zur Steuerung des Roheisenschmelzvorganges unter Anwendung eines Rechners erfüllen.

Erfindungsanspruch

Digitale Einrichtung zur Bestimmung des Kohlenstoffäquivalentes im flüssigen Roheisen, bestehend aus einem Wandler zur Umwandlung der Metalltemperatur in den Impulszahlkode, dessen Kodeimpulsausgänge an den ersten und den zweiten Eingang einer Synchronisationseinheit angeschlossen sind, deren dritter Eingang dem Ausgang eines Taktimpulsgenerators zugeordnet ist, wobei der Ausgang synchronisierter Taktimpulse der Synchronisationseinheit an den Zähleingang eines Zeitgebers, die Ausgänge synchronisierter Kodeimpulse der Synchronisationseinheit jeweils an die Addier- und Subtrahiereingänge eines Reversierzählers und eines Schwellwertmelderzählers angeschlossen sind, dessen Überlaufausgänge den Rückstelleingängen des Zeitgebers zugeordnet sind, gekennzeichnet dadurch, daß sie eine Kodeauswahleinheit (6), deren Eingänge an die Stellenausgänge (19) des mit einem Zählungssperreingang versehenen Reversierzählers (4) angeschlossen sind, einen Trigger (10), einen Negator (11) und zwei Tore (8), (9), deren Eingänge dem Überlaufausgang (24) des Zeitgebers (7) und die Ausgänge (25), (26) der Tore (8), (9) dem Setz- bzw. Rücksetzeingang des Triggers (10) zugeordnet sind, wobei der Ausgang (27) des Triggers (10) an den Zählungssperreingang des Reversierzählers (4) und der Ausgang (20) der Kodeauswahleinheit (6) an den Steuereingang des ersten Tores (8) sowie über den Negator (11) an den des zweiten Tores (9) angeschlossen ist, aufweist.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

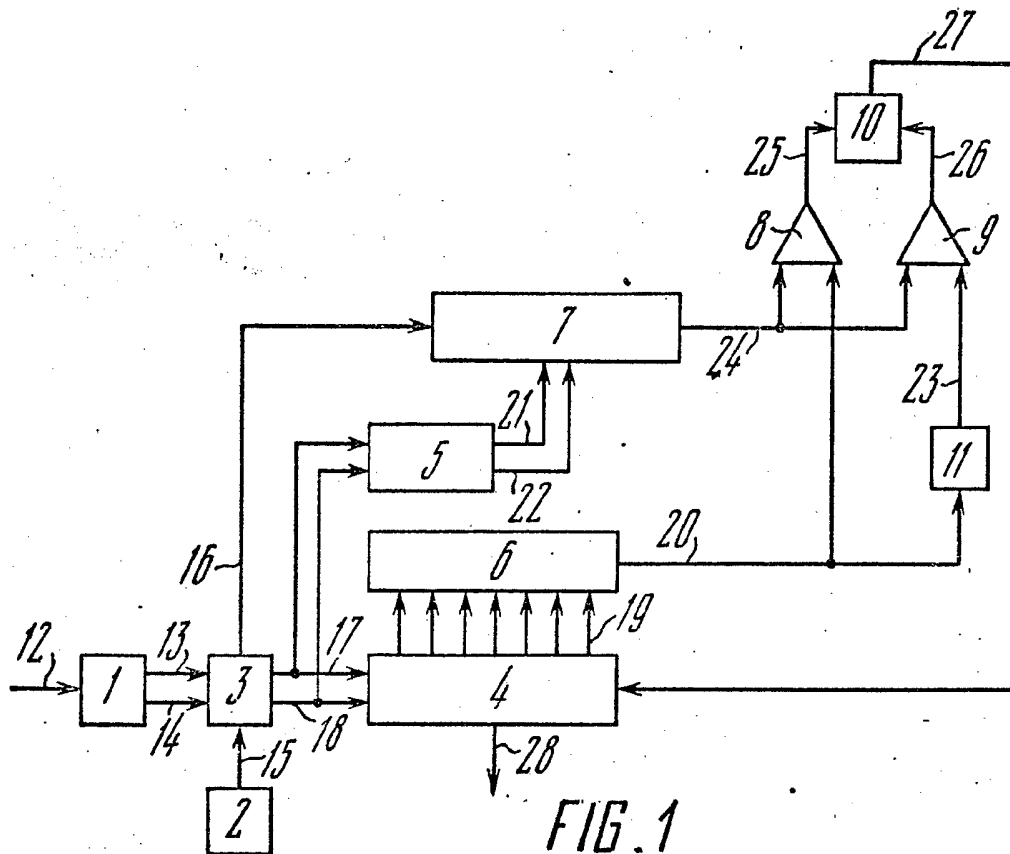
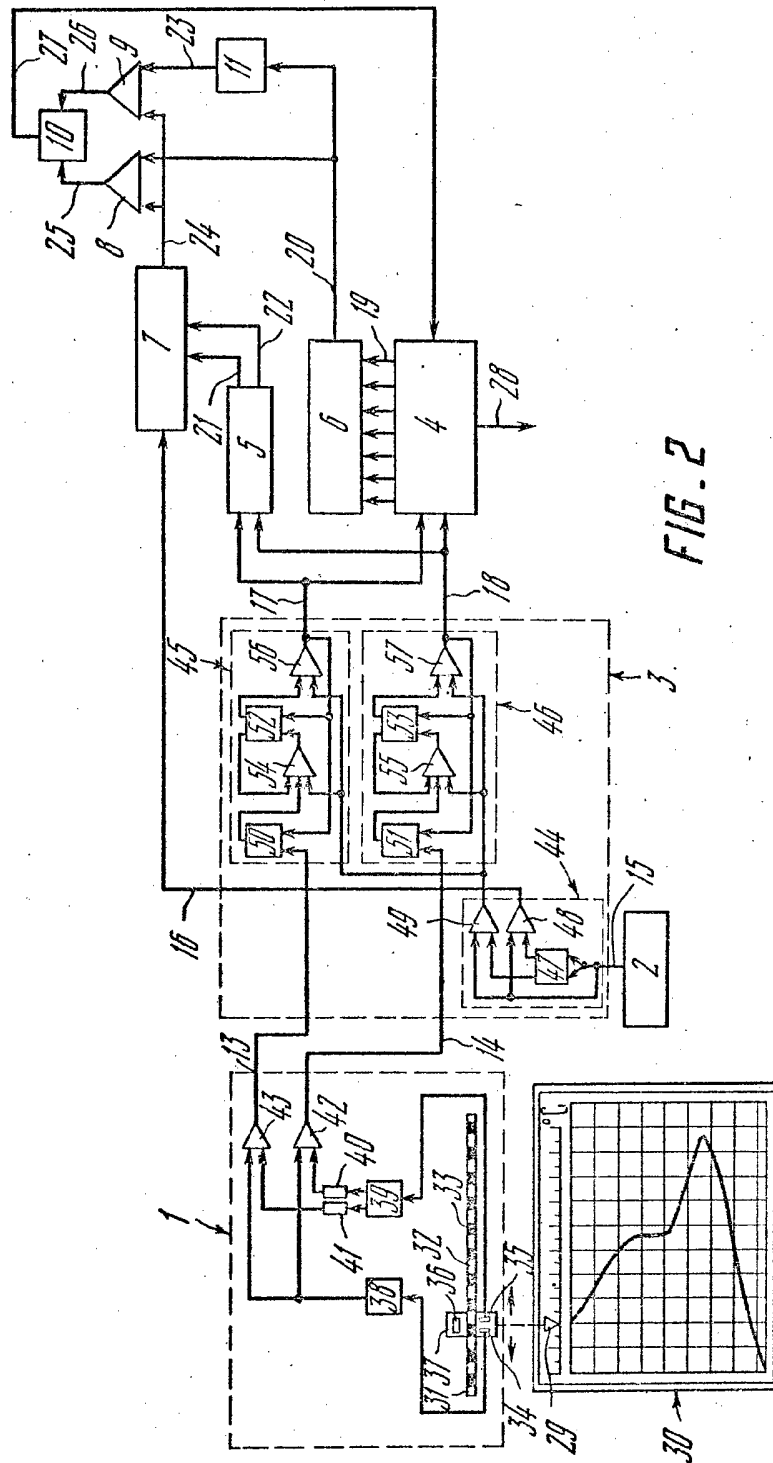


FIG. 1



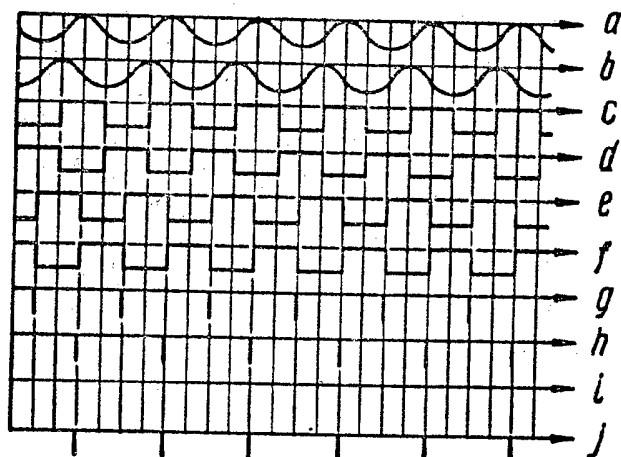


FIG. 3

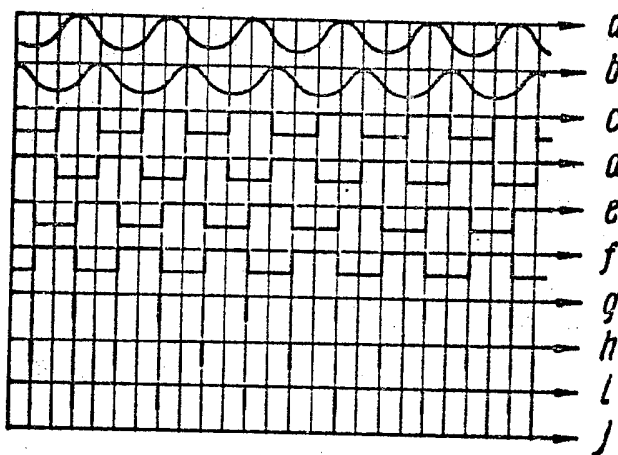


FIG. 4

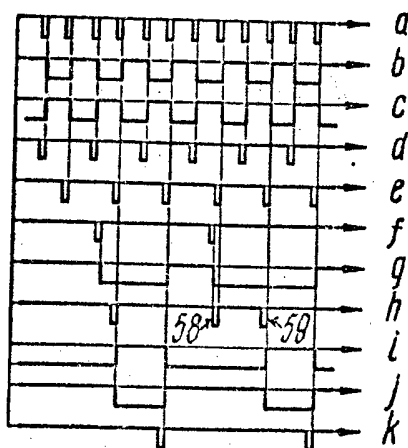


FIG. 5

